

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-111738

(43)Date of publication of application : 21.04.2000

(51)Int.Cl.

G02B 6/00
G02B 6/122
// G06F 3/00

(21)Application number : 10-287032

(71)Applicant : FUJI XEROX CO LTD

(22)Date of filing : 08.10.1998

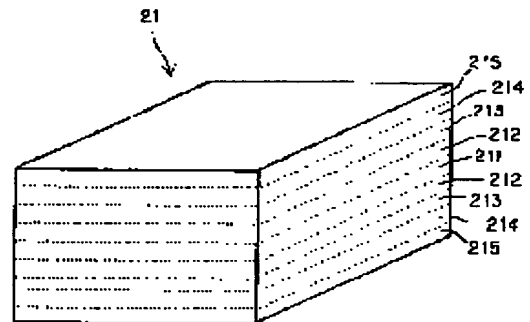
(72)Inventor : OKADA JUNJI
SHIOTANI TAKEKAZU

(54) OPTICAL DATA BUS AND ITS MANUFACTURE AND SIGNAL PROCESSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical data bus that the sue efficiency of an incident light can be increased, and signal light transmission can be quickened by constituting this optical data bus by laminating plural sheets which are respectively made of some materials among plural materials.

SOLUTION: An optical data bus is provided with 5 light transmission layers 21 constituted so as to laminated with light shade layers interposed. Each light transmission layer 21 is composed of 9 refractivity distribution layers 211-215 while the refractivity distribution layers 212-215 are successively laminated in a veridical direction with the refractivity distribution layer 211 as a center. The refractivity of each of those 9 refractivity distribution layers 211-215 is continuously changed related to the thickness direction. That is, the refractivity of each of those 9 refractivity distribution layers 211-215 is continuously decreased according as it goes from the refractivity distribution layer 211 positioned at the center of the laminated direction of those 9 refractivity distribution layers 211-215 toward the refractivity distribution layers 215 positioned at the both edges of the laminated direction of those 9 refractivity distribution layers 211-215.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-111738

(P2000-111738A)

(43)公開日 平成12年4月21日(2000.4.21)

(51)IntCl. ⁷	識別記号	F I	テマコード(参考)
G 0 2 B 6/00	3 0 1	G 0 2 B 6/00	3 0 1 2 H 0 3 8
6/122		G 0 6 F 3/00	E 2 H 0 4 7
// G 0 6 F 3/00		G 0 2 B 6/12	A

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平10-287032

(22)出願日 平成10年10月8日(1998.10.8)

(71)出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社

東京都港区赤坂二丁目17番22号

(72)発明者 岡田 純二

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン

テクノikai 富士ゼロックス株式会社内

(72)発明者 塩谷 剛和

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン

テクノikai 富士ゼロックス株式会社内

(74)代理人 100094330

弁理士 山田 正紀 (外1名)

Fターム(参考) 2H038 BA06 BA09

2H047 KA02 KA08 MA00 PA15 PA28

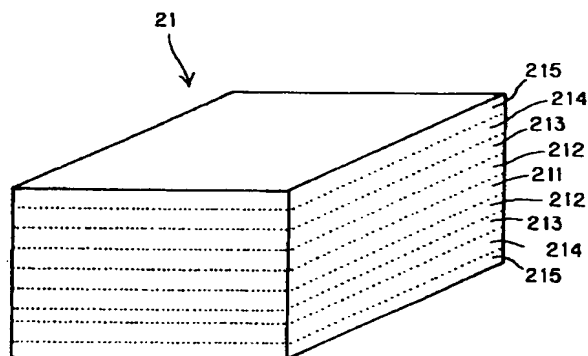
QA05 RA08 TA35 TA43 TA44

(54)【発明の名称】 光データバス、光データバスの製造方法、および信号処理装置

(57)【要約】

【課題】 入射光の利用効率が高く、かつ信号光伝達の高速化が図られた光データバス、その光データバスの製造方法、およびその光データバスを採用した信号処理装置を提供する。

【解決手段】 屈折率分布層211を中心として上下方向に屈折率分布層212, 213, 214, 215が順次積層されてなる光伝送層21を作製する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 シート状に形成され、信号光を入射し該信号光を伝播して出射する、厚さ方向の中央部から表裏面に向かうにしたがって屈折率が減少する光データバスであって、

該光データバスは、それぞれが少なくとも 2 種類の材料のうちのいずれかの材料からなる複数枚のシートが積層されてなるものであることを特徴とする光データバス。

【請求項 2】 前記複数枚のシートそれぞれが、厚さ方向に関し屈折率が連続的に変化するものであり、前記複数枚のシートが全体として、これら複数枚のシートの積層方向の中央に位置するシートから、これら複数枚のシートの積層方向の両端に位置するシートに向かうにしたがって屈折率が連続的に減少するように積層されてなるものであることを特徴とする請求項 1 記載の光データバス。

【請求項 3】 前記複数枚のシートそれぞれが、1 枚のシート内においては厚さ方向に関し屈折率が一定であり、前記複数枚のシートが全体として、これら複数枚のシートの積層方向の中央に位置するシートから、これら複数枚のシートの積層方向の両端に位置するシートに向かうにしたがって屈折率が階段状に減少するように積層されてなるものであることを特徴とする請求項 1 記載の光データバス。

【請求項 4】 前記光データバスの厚さ方向中央部と前記光データバスの表裏面との屈折率差が、0.1 以上であることを特徴とする請求項 1 記載の光データバス。

【請求項 5】 複数枚のシートが積層された構造を有し、信号光を入射し該信号光を伝播して出射する、厚さ方向の中央部から表裏面に向かうにしたがって屈折率が減少する光データバスの製造方法であって、前記複数枚のシートとして、これら複数枚のシートが積層されることにより、これら複数枚のシートの積層方向の中央に位置するシートから、これら複数枚のシートの積層方向の両端に位置するシートに向かうにしたがって屈折率が連続的に減少するように、それぞれが厚さ方向に関し屈折率が連続的に変化した複数枚のシートを用意し、これら複数枚のシートを積層することを特徴とする光データバスの製造方法。

【請求項 6】 複数枚のシートが積層された構造を有し、信号光を入射し該信号光を伝播して出射する、厚さ方向の中央部から表裏面に向かうにしたがって屈折率が減少する光データバスの製造方法であって、前記複数枚のシートとして、それぞれが厚さ方向に関し屈折率が一定であり、かつ、これら複数枚のシートが積層されることにより、これら複数枚のシートの積層方向の中央に位置するシートから、これら複数枚のシートの積層方向の両端に位置するシートに向かうにしたがって屈折率が階段状に減少する屈折率のものをを用意し、

これら複数枚のシートを積層することを特徴とする光データバスの製造方法。

【請求項 7】 基体、信号光を出射する信号光出射体および該信号光出射体から出射される信号光に担持させる信号を生成する回路の双方と、信号光を入射する信号光入射体および該信号光入射体から入射した信号光が担持する信号に基づく信号処理を行なう回路の双方とのうちの少なくとも一方が搭載された複数枚の回路基板、

信号光を入射する信号光入射部と信号光を出射する信号光出射部とを有し該信号光入射部から信号光を入射し該信号光を伝播して該信号光出射部から出射する、それぞれが少なくとも 2 種類の材料のうちのいずれかの材料からなる複数枚のシートが厚さ方向の中央部から表裏面に向かうにしたがって屈折率が減少するように積層されてなる光データバス、および前記回路基板を、該回路基板に搭載された信号光出射体ないし信号光入射体が、それぞれ、前記光データバスの前記信号光入射部ないし信号光出射部と光学的に結合される状態に、前記基体上に固定する基板固定部を備えたことを特徴とする信号処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光信号の伝送を担う光データバス、その光データバスの製造方法、およびその光データバスを用いた信号処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】超大規模集積回路（VLSI）の開発により、データ処理システムで使用する回路基板（ドーターボード）の回路機能が大幅に増大してきている。回路機能が増大するにつれて各回路基板に対する信号接続数が増大する為、各回路基板（ドーターボード）間をバス構造で接続するデータバスボード（マザーボード）には多数の接続コネクタと接続線を必要とする並列アーキテクチャが採用されている。接続線の多層化と微細化により並列化を進めることにより並列バスの動作速度の向上が計られてきたが、接続配線間容量や接続配線抵抗に起因する信号遅延により、システムの処理速度が並列バスの動作速度によって制限されることもある。また、並列バス接続配線の高密度化による電磁ノイズ（EMI: Electromagnetic Interference）の問題もシステムの処理速度向上に対しては大きな制約となる。

【0003】この様な問題を解決し並列バスの動作速度の向上を図る為に、光インターコネクションと呼ばれる、システム内光接続技術を用いることが検討されている。光インターコネクション技術の概要は、「内田 稔、回路実装学術講演大会 15C01, pp. 201~202」や「富室 久他., “光インターコネクション技術の現状と動向”, IEEE Tokyo Sec

tion DenshiTokyo No. 33 p. 81~86, 1994」に記載されている様に、システムの構成内容により様々な形態が提案されている。【0004】従来提案された様々な形態の光インターコネクション技術のうち、特開平2-41042号公報には、高速、高感度の発光/受光デバイスを用いた光データ伝送方式をデータバスに適用した例が開示されており、そこには、各回路基板の表裏両面に発光/受光デバイスを配置し、システムフレームに組み込まれた隣接する回路基板上の発光/受光デバイス間を空間的に光で結合した、各回路基板相互間のループ伝送用の直列光データバスが提案されている。この方式では、ある1枚の回路基板から送られた信号光が隣接する回路基板で光/電気変換され、さらにその回路基板でもう一度電気/光変換されて、次に隣接する回路基板に信号光を送るというように、各回路基板が順次直列に配列され各回路基板上で光/電気変換、電気/光変換を繰り返しながらシステムフレームに組み込まれたすべての回路基板間に伝達される。この為、信号伝達速度は各回路基板上に配置された受光/発光デバイスの光/電気変換・電気/光変換速度に依存すると同時にその制約を受ける。また、各回路基板相互間のデータ伝送には、各回路基板上に配置された受光/発光デバイスによる、自由空間を介在させた光結合を用いている為、隣接する回路基板表裏両面に配置されている発光/受光デバイスの光学的位置合わせが行なわれすべての回路基板が光学的に結合していることが必要となる。さらに、自由空間を介して結合されている為、隣接する光データ伝送路間の干渉(クロストーク)が発生しデータの伝送不良が予想される。また、システムフレーム内の環境、例えば埃などにより信号光が散乱することによりデータの伝送不良が発生することも予想される。さらに、各回路基板が直列に配置されているため、いずれかのボードが取りはずされた場合にはそこで接続が途切れてしまい、それを補うための余分な回路基板が必要となる。すなわち、回路基板を自由に抜き差しすることができず、回路基板の数が固定されてしまうという問題がある。

【0005】また、2次元アレイデバイスを利用した回路基板相互間のデータ伝送技術が、特開昭61-196210号公報に開示されている。ここに開示された技術は、平行な2面を有する、光源に対置されたプレートを用意し、プレート表面に配置された回折格子、反射素子により構成された光路を介して回路基板間を光学的に結合する方式である。この方式では、1点から発せられた光を固定された1点にしか接続できず電気バスの様に全ての回路ボード間を網羅的に接続することができない、回折格子、反射素子による集積型の複雑な光学系が必要となり、位置合わせ等も難しい為、光学素子の位置ずれに起因して、隣接する光データ伝送路間の干渉(クロストーク)が発生しデータの伝送不良が予想される、回路

基板間の接続情報はプレート表面に配置された回折格子、反射素子により決定されるため、回路基板を自由に抜き差しすることができず拡張性が低い、という様々な問題がある。

【0006】2次元アレイデバイスを利用した回路基板相互間のデータ伝送の他の技術が、特開平4-134415号公報に開示されている。ここに開示された技術は、空気よりも屈折率の大きい透明な物質の中に、負の曲率を有する複数のレンズが上記物質の表面に形成されたレンズアレイと、上記光源から出射した光を上記レンズアレイの側面から入射せしめる為の光学系とからなる構成により、データ伝送を行っている。また、負の曲率を有する複数のレンズに代えて、屈折率の小さい領域やホログラムを備えた構成によりデータ伝送を行う方式も開示されている。このような方式では、側面から入射した光が、上記負の曲率を有する複数のレンズ、もしくは屈折率の小さい領域やホログラムの構成された部分から面上に分配されて出射されることにより、データ伝送を行っている。従って、入射位置と、複数のレンズ、もしくは屈折率の低い領域やホログラムの構成された面上の出射位置との位置関係により出射信号の強度が不均一になることが考えられる。また、側面から入射した光が対向する側面から抜けてしまう割合も高いと考えられ、光の利用効率が低いという問題がある。さらに、面上に構成される負の曲率を有する複数のレンズやこれに変わる屈折率の低い領域やホログラムの位置に回路基板の光入力素子を配置する必要がある為、回路基板を配置する為の自由度がなく拡張性が低いという様々な問題がある。

【0007】これらの問題を解決する手段として、特開平10-123350号公報に開示されているシート状の光データバスがある。この光データバスは、内部に入射した信号光を拡散して伝播し外部に出射するものであるため、ある1つの入射ポイントから入射した信号光を複数の出射ポイントに伝送することができる。また、この光データバスは、受発光部を有した複数の回路基板との光学的な結合を容易に行なうことができ、精密な光学的位置合わせを必要としない。また、回路基板の数や、それら回路基板の取付位置を自由に変わることができ、拡張性に富んだ自由度の高いシステムを構築できる。さらに、この光データバスは、信号光を、自由空間ではなくその光データバス内部を伝播させて伝送しているため、埃などによる光の散乱が防止され、データの伝送不良が防止される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記光データバスでは、入射した信号光をあらゆる方向に拡散しているため、受光部での光強度は微弱になり、高速化や低消費電力化を図る上で問題を生ずる場合がある。この問題を解決するために、シート状光データバスの信号光入射部に

光拡散手段を設け、その光拡散手段により信号光を信号光出射部に向けて拡散させる方式が考えられる。この方式では、信号光入射部に設けた光拡散手段の光の拡散分布を制御することにより光の利用効率を向上させることができ、特開平 10-123350 号公報の光データバスよりも高速化や低消費電力化を図ることができるが、この信号光入射部に光拡散手段を設けたシート状光データバスにおいても、以下のような問題点がある。

【0009】図 7 は、信号光入射部に光拡散手段を設けたシート状光データバスの厚さ方向の断面図である。

【0010】この光データバス 100 は、信号光入射部 101 に拡散体 102 を備えている。従って、信号光 104 が信号光入射部 101 に入射すると、その信号光 104 は、拡散体 102 により、この光データバス 100 の幅方向（図 7 が示される紙面に対し垂直方向）だけでなく厚さ方向にも拡散される。ここでは、拡散光として 2 つの拡散光 105、106 が示されている。拡散光 105 は、光データバス 100 の表裏面で反射しながら信号光出射部 103 に到達し、一方、拡散光 106 は、光データバス 100 の表裏面で反射せず直接に信号光出射部 103 に到達する。従って、拡散光 105、106 は互いに異なる時刻に到達し、信号光出射部 103 に到達する信号光の波形を観測すると、波形なまりが生ずる。

【0011】図 8 は、波形なまりが生じた信号光の波形を示す図である。

【0012】図 8 に示すように、波形なまりが生じると、信号光伝達の高速化に対して弊害が生じる。この波形なまりは、屈折率が均一であるステップインデックス（S I）型の光データバスにみられる。従って、光データバスを、屈折率が厚さ方向の中心から表裏面に向かってなだらかに小さくなるグレーデッドインデックス（G I）型に変更することで、波形なまりの改善が見込まれる。

【0013】図 9 は、G I 型の光データバスの厚さ方向の断面図である。

【0014】この光データバス 200 の屈折率は、厚さ方向の中心の屈折率が最も大きく、表裏面に向かうにしたがって連続的に小さくなっている。

【0015】信号光 204 が信号光入射部 201 に入射すると、その信号光 204 は拡散体 202 により光データバス 200 内部に向かって拡散する。ここでは、2 つの拡散光 205、206 が示されている。拡散光 205 は、放物線を描きながら信号光出射部 203 に向かって伝播する光であり、一方、拡散光 206 は、光データバス 200 の厚さ方向の中心部のみを経由して最短距離で信号光出射部 203 に向かって伝播する光である。この光データバス 200 の屈折率は、上記のように、厚さ方向の中心の屈折率が最も大きく、表裏面に向かうにしたがって連続的に小さくなっているため、拡散光 205

は、この光データバス 200 の表裏面に近づくにつれて

速度が速くなり、厚さ方向の中心部に近づくにつれて速度が遅くなる。一方、拡散光 206 は、光データバス 200 の厚さ方向の、最も屈折率の大きい中心部のみを経由するため、拡散光 205 よりも伝播速度は遅い。従って、拡散光 205、206 それぞれの光路長は互いに異なるが、この光データバス 200 の厚さ方向の屈折率を適切な値に調整することにより、拡散光 205、206 それぞれを信号光出射部 203 にほぼ同時に到達させることができ、波形なまりを改善することができる。

【0016】図 10 は、G I 型の光データバスから出射される信号光の波形を示す図である。

【0017】図 8 と、図 10 とを比較すると、G I 型の光データバスを用いることにより、波形なまりが改善されていることがわかる。ところが、従来の G I 型の光データバスでは、その光データバスの厚さ方向に関して屈折率分布の差を十分に大きく取ることができず、図 7 に示す光データバスと比較すると、入射光の利用効率が悪くなるという問題がある。

【0018】本発明は、上記事情に鑑み、入射光の利用効率が高く、かつ信号光伝達の高速化が図られた光データバス、その光データバスの製造方法、およびその光データバスを採用した信号処理装置を提供することを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】本発明の光データバスは、シート状に形成され、信号光を入射し該信号光を伝播して出射する、厚さ方向の中央部から表裏面に向かうにしたがって屈折率が減少する光データバスであって、その光データバスは、それぞれが少なくとも 2 種類の材料のうちのいずれかの材料からなる複数枚のシートが積層されてなるものであることを特徴とする。

【0020】本発明の光データバスの第 1 の製造方法は、複数枚のシートが積層された構造を有し、信号光を入射し該信号光を伝播して出射する、厚さ方向の中央部から表裏面に向かうにしたがって屈折率が減少する光データバスの製造方法であって、上記複数枚のシートとして、これら複数枚のシートが積層されることにより、これら複数枚のシートの積層方向の中央に位置するシートから、これら複数枚のシートの積層方向の両端に位置するシートに向かうにしたがって屈折率が連続的に減少するように、それぞれが厚さ方向に関し屈折率が連続的に変化した複数枚のシートを用意し、これら複数枚のシートを積層することを特徴とする。

【0021】本発明の光データバスの第 2 の製造方法は、複数枚のシートが積層された構造を有し、信号光を入射し該信号光を伝播して出射する、厚さ方向の中央部から表裏面に向かうにしたがって屈折率が減少する光データバスの製造方法であって、上記複数枚のシートとして、それぞれが厚さ方向に関し屈折率が一定であり、かつ、これら複数枚のシートが積層されることにより、こ

れら複数枚のシートの積層方向の中央に位置するシートから、これら複数枚のシートの積層方向の両端に位置するシートに向かうにしたがって屈折率が階段状に減少する屈折率のものを用意し、これら複数枚のシートを積層することを特徴とする。

【0022】また、本発明の信号処理装置は、

(1) 基体

(2) 信号光を出射する信号光出射体およびその信号光出射体から出射される信号光に担持させる信号を生成する回路の双方と、信号光を入射する信号光入射体およびその信号光入射体から入射した信号光が担持する信号に基づく信号処理を行なう回路の双方とのうちの少なくとも一方が搭載された複数枚の回路基板

(3) 信号光を入射する信号光入射部と信号光を出射する信号光出射部とを有しその信号光入射部から信号光を入射しその信号光を伝播してその信号光出射部から出射する、それぞれが少なくとも2種類の材料のうちのいずれかの材料からなる複数枚のシートが厚さ方向の中央部から表裏面に向かうにしたがって屈折率が減少するように積層されてなる光データバス

(4) 上記回路基板を、その回路基板に搭載された信号光出射体ないし信号光入射体が、それぞれ、上記光データバスの上記信号光入射部ないし信号光出射部と光学的に結合される状態に、上記基体上に固定する基板固定部を備えたことを特徴とする。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について説明する。

【0024】図1は、本発明の第1実施形態の光データバスを用いて構成された、その光データバスと光学的に接続された複数の回路基板を有する本発明の一実施形態の信号処理装置を示す概略構成図である。

【0025】本発明にいう基体の一例である支持基板10上に、5層の光伝送層21を備えている光データバス20が固定されている。光伝送層21は、厚さ方向に対して連続的に屈折率が変化するものである。この光データバス20の詳細については後述する。

【0026】支持基板10上には複数の基板用コネクタ30が固定されており、各基板用コネクタ30には、回路基板40が着脱自在に装着される。この回路基板40には、信号光を光データバス20に向けて投光するとともにその光データバス20から出射した信号光を受光する投受光素子42と、その投受光素子42が投光する信号光に担持させる信号を生成するとともに、その投受光素子42が受光する信号光が担持する信号に基づく信号処理を行なう電子回路41とが搭載されている。

【0027】また、支持基板10上には、電源ラインや電気信号伝送用の電気配線11が設けられており、図1に示すように、各回路基板40が各基板用コネクタ30に装着されると、各回路基板40に搭載された電子回路

41は、各基板用コネクタ30を経由して、電気配線11と電氣的に接続される。さらに、それら各回路基板40を基板用コネクタ30に装着することにより、各回路基板40に搭載された5つの投受光素子42それぞれは、5層の光伝送層21それぞれと光学的に結合する。

【0028】図2は、図1に示す信号処理装置が備えている光データバスの斜視図、図3は、その光データバスが備えている光伝送層を示す斜視図である。

【0029】光データバス20は、図2に示すように、光遮光層24を間に挟んで積層された5層の光伝送層21を備えており、各光伝送層21は、いずれも、図3に示すように、屈折率分布層211を中心として上下方向に屈折率分布層212、213、214、215が順次積層されてなる9枚の屈折率分布層から構成される。尚、図3において、光伝送層21に接着される光拡散層50(図2参照)は図示省略されている。

【0030】これら9枚の屈折率分布層は、それぞれが厚さ方向に関し屈折率が連続的に変化するものであり、これら9枚の屈折率分布層の積層方向の中央に位置する屈折率分布層211から、これら9枚の屈折率分布層の積層方向の両端に位置する屈折率分布層215に向かうにしたがって屈折率は連続的に減少している。ここでは、屈折率分布層211の屈折率は、その屈折率分布層211の中央部が1.66であり、その屈折率分布層211の表裏面に向かうにしたがって屈折率は連続的に減少し、その屈折率分布層211の表裏面において屈折率は1.57である。また、屈折率分布層212、213、214、215は、表面から裏面に向かうに従って屈折率が連続的に小さくなるように変化している。ここでは、屈折率分布層212、213、214、215の屈折率の変化範囲は、それぞれ1.57~1.49、1.49~1.39、1.39~1.36、1.36~1.34である。つまり、各光伝送層21は、厚さ方向の中央部の屈折率が1.66であり、その中央部から表裏面に向かうにつれて屈折率が連続的に減少し、その光伝送層21の表裏面において屈折率は1.34となっている。

【0031】これら各光伝送層21の、互いに反対側を向く2つの側端面22には、それぞれ信号光の入射と出射との双方を担う3つの信号光入出射部23が設けられており、各光伝送層21の側端面の、信号光入出射部23が設けられた部分には、光拡散層50が接着されている。図2には、代表して、最下層の光伝送層21の一方の側端面22のみについて、信号光入出射部23および光拡散層50が符号を用いて示されている。

【0032】以下に、本発明の光データバスの第1の製造方法の一実施形態を採用して、光データバス20を製造する方法について説明する。

【0033】光伝送層21の中心層である屈折率分布層211の屈折率は、1.66から1.57まで変化して

10

20

30

40

50

いる。ここでは、屈折率を1.66から1.57まで変化させるために、2,2-ビス(3,4-ジカルボキシフェニル)ヘキサフルオロプロパン二無水物とビロメリット酸二無水物との重合生成物、および2,2'-ビス(トリフルオロメチル)-4,4'-ジアミノビフェニルを混合し、この混合物中のフッ素の含有量を0wt%から18wt%まで変化させている。フッ素の含有量を0wt%から18wt%まで変化させることによって、屈折率を1.66から1.57まで変化させることができる。この材料をシート状に成形して加熱重合することにより、厚さ方向の中央部から表裏面に向かうにしたがって屈折率が1.66から1.57まで連続的に変化する屈折率分布層211が作製される。

【0034】また、屈折率分布層212を作製するにあたっては、4-N,N-ジメチルアミノフェニル-N-フェニルナイトロンをドーブしたポリメチルメタクリレート(PMMA)をシート状に成形してPMMAシートを作製し、そのPMMAシートの表面に紫外線($\lambda=365\text{nm}$)を照射する。この紫外線の照射により、ナイトロンが3員環のオキサジリジンに構造変化し、PMMAシートの屈折率が厚さ方向で変化する。この照射された紫外線が、そのPMMAシートで吸収される吸収量は、そのPMMAシートの表面が最も大きく、そのPMMAシートの裏面に向かうにしたがって連続的に減少する。このため、そのPMMAシートの屈折率は、そのPMMAシートの表面から裏面に向かうにしたがって連続的に減少するように変化する。PMMAシートの厚さ方向の屈折率分布は、PMMAシートにドーブされる4-N,N-ジメチルアミノフェニル-N-フェニルナイトロンのドーブ量と、紫外線の照射時間とで決めることができる。ここでは、PMMAシートに、4-N,N-ジメチルアミノフェニル-N-フェニルナイトロンを30wt%ドーブし、そのPMMAシートの厚さ方向の屈折率が1.57~1.49に連続的に変化するまで紫外線を照射する。これにより、屈折率分布層212が作製される。

【0035】また、屈折率分布層213を作製するにあたっては、2,2,2-トリフルオロエチルメタクリレートと、1,1,2,2-テトラヒドロパーフルオロデシルメタクリレートと、メチルメタクリレートと、メタクリル酸の2,2,2-トリフルオロエチルメタクリレートもしくは1,1,2,2-テトラヒドロパーフルオロデシルメタクリレートとの混合物の混合比率を調整して重合し、その後熱延伸する。これにより、屈折率が1.49~1.39にまで連続的に変化する屈折率分布層213が作製される。

【0036】屈折率分布層214を作製するにあたっては、パーフルオロブチルビニルエーテルとクロロトリフルオロエチレンオリゴマーとの混合物の混合比率を調整し200℃程度で加熱し、混合物に温度分布を持たせ

ることにより、屈折率が厚さ方向で1.49~1.36にまで連続的に変化するプリフォームを作製する。そのプリフォームを熱延伸することにより屈折率分布層214が作製される。

【0037】屈折率分布層215については、パーフルオロブチルビニルエーテル、パーフルオロ2,2-ジメチル-1,3-ジオキソール、パーフルオロ2-ブチルテトラヒドロフラン、および、クロロトリフルオロエチレンオリゴマーの混合物の混合比率を調整し200℃程度で加熱し、その混合物に温度分布を持たせることにより、屈折率が1.36~1.34にまで連続的に変化するプリフォームを作製する。そのプリフォームを熱延伸することにより屈折率分布層215が作製される。

【0038】以上のようにして作製した屈折率分布層211,212,213,214,215を、図3に示すように、屈折率分布層211を中心として上下方向に屈折率分布層212,213,214,215を順次重ね合わせ、熱圧着等の方法で貼り合わせることにより、光伝送層21が作製される。ここでは、その光伝送層21の厚さを概ね1mmとしている。このような光伝送層21を5枚作製し、これら光伝送層21と光遮光層24とを交互に積層する。また、シリカ系の顔料が混入された厚さ10μm程度のアクリル系樹脂をポリエステルフィルム上に形成して光拡散層50を作製し、各光伝送層21に、それら作製した光拡散層50を接着することにより、図2に示すような構造の光データバス20が作製される。

【0039】以下に、図4を参照しながらある投受光素子42から発せられた信号光が別の投受光素子42で受光される様子について説明する。

【0040】図4は、図1に示す信号処理装置が備えている光データバスと、その信号処理装置が備えている回路基板に搭載された投受光素子とを示す上面図である。

【0041】ある投受光素子42から射出した信号光が信号光入出射部23の光拡散層50に入射すると、その信号光は、その光拡散層50で拡散し、反対側の信号光入出射部23に向かって光伝送層21内部を伝播する。ここでは、この光伝送層21は、上記のように、厚さ方向の中央部の屈折率が1.66であり、その中央部から表裏面に向かうにつれて屈折率が連続的に減少し、表裏面において屈折率は1.34となっている。屈折率をこのように設定することにより、各信号光入出射部23それぞれにおいて、その信号光入出射部23に向かって伝播する拡散光は、拡散光の、光伝送層21の厚さ方向の伝播角度にかかわらずほぼ同時にその信号光入出射部23に到達し、別の投受光素子42で受光される。このように、拡散光の、光伝送層21の厚さ方向の伝播角度にかかわらず、拡散光はほぼ同時に信号光入出射部23に到達するため、各信号光入出射部23それぞれにおいて信号光の波形なまりが抑制され、信号光伝達の高速化が

図られる。

【0042】また、従来のG I型の光データバスでは、厚さ方向で屈折率が異なる光伝送層は所定の材料からなる単層のシートから作製されている。しかしながら、その光伝送層の厚さ方向に関し、屈折率の最大値と最小値との差を大きくすることができず、その光伝送層に入射した信号光の利用効率が低いという問題があったが、本実施形態の光データバス20が備えている光伝送層21は、複数の屈折率分布層が積層されて構成されているため、従来のG I型の光データバスと比較して、光伝送層21の厚さ方向に関し屈折率の最大値と最小値との差を大きくすることができ、入射光の利用効率の向上が図られる。特に、この実施形態の光データバスが備えている各光伝送層21は、厚さ方向中央部と表裏面との屈折率差 δ が、 $\delta = 1.66 - 1.34 = 0.32 \geq 0.1$ である。このように、屈折率差 δ を0.1以上とすることにより、さらに、入射光の利用効率の向上が図られる。

【0043】次に、本発明の第2実施形態の光データバスについて説明する。この第2実施形態の光データバスの説明にあたっては、図5を参照しながら、第1実施形態の光データバス（図1参照）との相違点のみについて説明する。

【0044】図5は、本発明の第2実施形態の光データバスが備えている光伝送層を示す斜視図である。

【0045】第1実施形態の光データバスと、第2実施形態の光データバスとの相違点は、第1実施形態の光データバスが備えている光伝送層21の屈折率が、厚さ方向に関し連続的に変化しているのに対し、第2実施形態の光データバスが備えている光伝送層31の屈折率は、厚さ方向に関し階段状に変化している点のみである。

【0046】この第2実施形態の光データバスが備えている各光伝送層31は、いずれも、図5に示すように、屈折率一定層311を中心として上下方向に屈折率一定層312、313、314、315、316、317、318が順次積層されてなる15枚の屈折率一定層から構成される。尚、図5において、光伝送層31に接着されている光拡散層は図示省略されている。

【0047】これら15枚の屈折率一定層は、それぞれ、1枚の層内においては厚さ方向に関し屈折率が一定であり、これら15枚の屈折率分布層の積層方向の中央に位置する屈折率一定層311から、これら15枚の屈折率一定層の積層方向の両端に位置する屈折率一定層318に向かうにしたがって屈折率が階段状に減少している。ここでは、屈折率一定層311、312、313、314、315、316、317、318の屈折率は、それぞれ、1.66、1.61、1.56、1.51、1.46、1.41、1.36、1.31である。つまり、1枚の光伝送層31は、厚さ方向の中央部の屈折率が1.66であり、その中央部から表裏面に向かうにつ

れて屈折率が階段状に減少し、表裏面において屈折率は1.31となっている。

【0048】以下に、本発明の光データバスの第2の製造方法の一実施形態を採用して、第2実施形態の光データバスを製造する方法について説明する。

【0049】屈折率一定層311、312（屈折率1.66、1.61）の作製にあたっては、それぞれ、2, 2-ビス（3, 4-ジカルボキシフェニル）ヘキサフルオロプロパン二無水物とピロメリット酸二無水物の重合生成物、および2, 2'-ビス（トリフルオロメチル）-4, 4'-ジアミノビフェニルの混合物中のフッ素の含有量を0wt%、10wt%とすることにより作製する。

【0050】また、屈折率一定層313、314を作製するにあたっては、それぞれ、4-N, N-ジメチルアミノフェニル-N-フェニルナイトロンを30wt%、10wt%ドープしたPMMAをシート状に成形してPMMAシートを形成し、紫外線（ $\lambda = 365 \text{ nm}$ ）を照射する。これにより、屈折率が1.55、1.51の屈折率一定層313、314が作製される。

【0051】屈折率一定層315、316の作製にあたっては、それぞれ、2, 2-トリフルオロエチルメタクリレートと、1, 1, 2, 2-テトラヒドロパーフルオロデシルメタクリレートと、メチルメタクリレートと、メタクリル酸の2, 2-トリフルオロエチルメタクリレートもしくは1, 1, 2, 2-テトラヒドロパーフルオロデシルメタクリレートとの混合物の混合比率を調整して重合し熱延伸する。これにより、屈折率が1.46、1.41の屈折率一定層315、316が作製される。

【0052】屈折率一定層317（屈折率が1.36）は、パーフルオロブチルビニルエーテルとクロロトリフルオロエチレンオリゴマーとの混合物の混合比率を調整し200℃程度で加熱し、混合物に温度分布を持たせることにより作製される。

【0053】屈折率一定層318（屈折率が1.31）は、パーフルオロブチルビニルエーテルと、パーフルオロ2, 2-ジメチル-1, 3-ジオキソールと、テトラフルオロエチレンとの混合比率を調整して重合し、熱延伸することにより作製される。

【0054】以上のようにして作製した屈折率一定層311、312、313、314、315、316、317、318を、図5に示すように、屈折率一定層311を中心として上下方向に屈折率一定層312、313、314、315、316、317、318を順次重ね合わせ、熱圧着等の方法で貼り合わせることで、光伝送層31が作製される。

【0055】このように、光伝送層31自体の屈折率を、連続的に変化させる代わりに階段状に変化させても、波形なまりが抑制されるとともに入射光の利用効率

の向上が図られる。

【0056】尚、ここでは、隣接する屈折率分布層間の屈折率差は0.05であるが、光伝送層21自体が所望の屈折率差をもつのであれば、屈折率分布層間の屈折率差は0.05でなくてもよい。

【0057】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。

【0058】実施例として、図1、図2に示す光データバス20を用い、比較例1、2として、それぞれ図7、図9に示す光データバスを用いた。以下に、これら光データバスに入射した信号光の入射光利用効率の実験結果について説明する。

【0059】図6は、その実験結果を示すグラフである。

【0060】このグラフには、実施例、比較例1、2の入射光利用効率が表示されている。ここで、入射光利用効率は、光データバスに入射した信号光の、受光素子で受光された割合である。このグラフから、実施例の光データバスは、比較例1、2の光データバスと比較して、入射光利用効率が高いことがわかる。

【0061】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、入射光の利用効率が高く、かつ信号光伝達の高速化が図られた光データバス、その光データバスの製造方法、およびその光データバスを採用した信号処理装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態の光データバスを用いて構成された、その光データバスと光学的に接続された複数の回路基板を有する本発明の一実施形態の信号処理装置を示す概略構成図である。

【図2】図1に示す信号処理装置が備えている光データバスの斜視図である。

*【図3】光データバスが備えている光伝送層を示す斜視図である。

【図4】図1に示す信号処理装置が備えている光データバスと、その信号処理装置が備えている回路基板に搭載された投受光素子とを示す上面図である。

【図5】本発明の第2実施形態の光データバスが備えている光伝送層を示す斜視図である。

【図6】実験結果を示すグラフである。

【図7】信号光入射部に光拡散手段を設けたシート状光データバスの厚さ方向の断面図である。

【図8】波形なまりが生じた信号光の波形を示す図である。

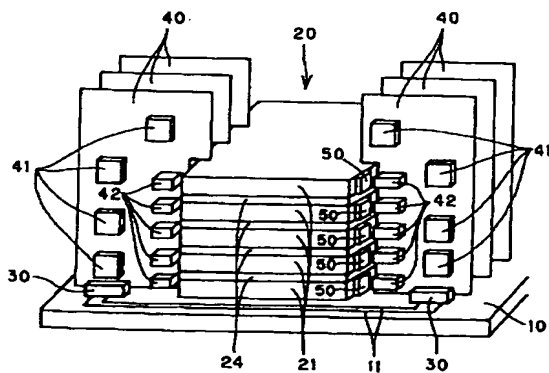
【図9】G I型の光データバスの厚さ方向の断面図である。

【図10】従来のG I型の光データバスから出射される信号光の波形を示す図である。

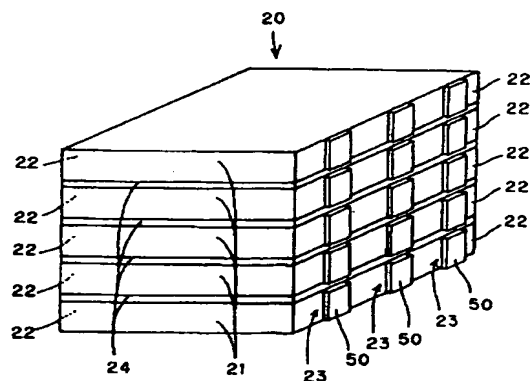
【符号の説明】

- 10 支持基板
- 11 電気配線
- 20 光データバス
- 21 光伝送層
- 22 側端面
- 23 信号光入射部
- 24 光遮光層
- 30 基板用コネクタ
- 40 回路基板
- 41 電子回路
- 42 投受光素子
- 50 光拡散層
- 211, 212, 213, 214, 215 屈折率分布層
- 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318 屈折率一定層

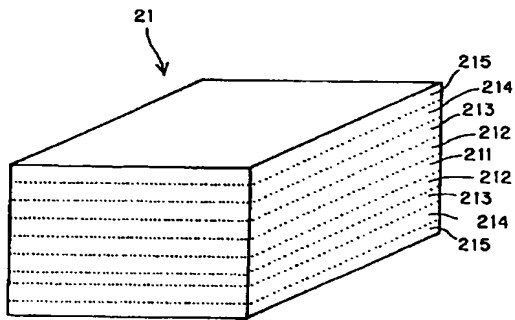
【図1】



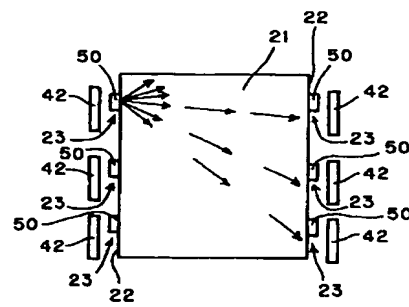
【図2】



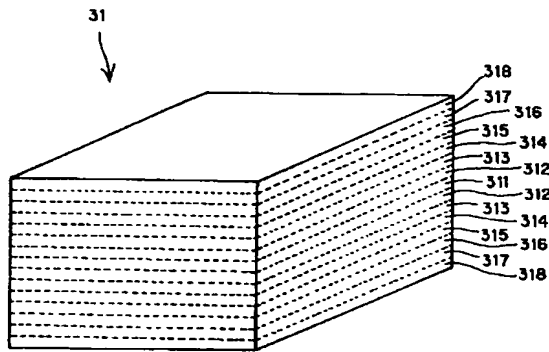
【図3】



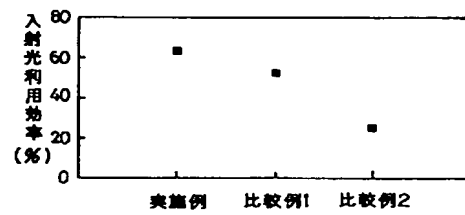
【図4】



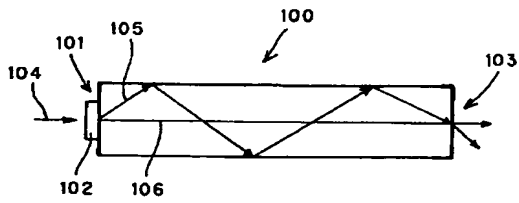
【図5】



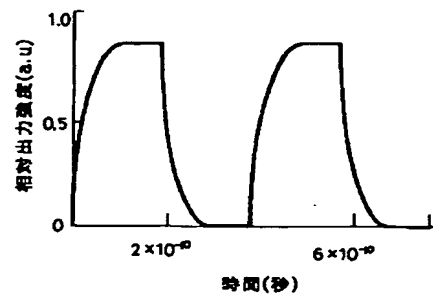
【図6】



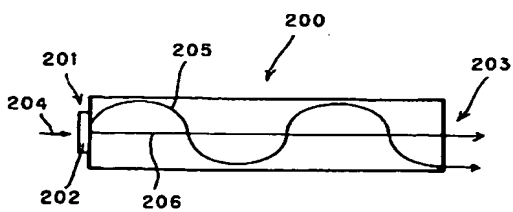
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

